



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Appln. Of: HONDA  
Serial No.: 10/763,554  
Filed: January 23, 2004  
For: Warp-Suppressed Semiconductor Device  
DOCKET: NEC 26485

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Dear Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-026485 and a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-411921 in support of Applicant's priority claims under 35 USC 119.

Respectfully submitted,

Norman P. Soloway  
Attorney for Applicant  
Registration No. 24,315

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on February 3, 2003 at Tucson, Arizona.

By:

HAYES SOLOWAY P.C.  
130 W. CUSHING ST.  
TUCSON, AZ 85701  
TEL. 520.882.7623  
FAX. 520.882.7643

175 CANAL STREET  
MANCHESTER, NH 03101  
TEL. 603.668.1400  
FAX. 603.668.8567

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月 3日  
Date of Application:

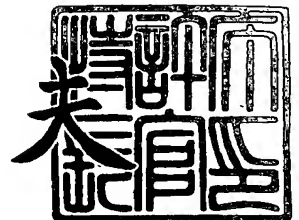
出願番号 特願2003-026485  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-026485]

出願人 NECエレクトロニクス株式会社  
Applicant(s):

2003年 8月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3068232

【書類名】 特許願  
【整理番号】 75310766  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 23/28  
H01L 21/60  
H01L 21/56

## 【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地  
N E C エレクトロニクス株式会社内

【氏名】 本多 広一

## 【特許出願人】

【識別番号】 302062931  
【氏名又は名称】 N E C エレクトロニクス株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100109313  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 机 昌彦  
【電話番号】 03-3454-1111

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085268  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 河合 信明  
【電話番号】 03-3454-1111

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100111637  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 谷澤 靖久  
【電話番号】 03-3454-1111

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 191928

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0215753

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記半導体素子を補強するアンダーフィル樹脂と、前記半導体素子を囲む補強枠（スティフィナ）と前記半導体素子の裏面と前記半導体素子の裏面と前記補強枠（スティフィナ）上にリッドが取り付けられた半導体装置において、前記配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記配線基板の隙間に充填した前記アンダーフィル樹脂と前記アンダーフィル樹脂から延在するフィレットと、前記フィレットとリッド間の空間を埋めるようにギャップ樹脂が充填され 2 層構造の樹脂で構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記半導体素子を補強するアンダーフィル樹脂と、前記半導体素子を囲む補強枠（スティフィナ）と前記半導体素子の裏面と前記補強枠（スティフィナ）上にリッドが取り付けられた半導体装置において、前記補強枠（スティフィナ）の内側と、前記半導体素子の周囲を取り囲むように形成されたアンダーフィルから延びるフィレットとの、間に前記アンダーフィル樹脂よりも熱膨張率が小さいギャップ樹脂を充填し、更に前記配線基板と前記半導体素子の間、前記配線基板と前記枠状の補強枠（スティフィナ）との間に同じアンダーフィル樹脂が充填されて接着されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記半導体素子を補強するアンダーフィル樹脂と、前記半導体素子を囲む補強枠（スティフィナ）と前記半導体素子の裏面と前記補強枠（スティフィナ）上にリッドが取り付けられた半導体装置において、前記補強枠（スティフィナ）の内側と、前記半導体素子の周囲を取り囲むように形成されたアンダーフィルから延びるフィレットとの、間に前記アンダーフィル樹脂よりも熱膨張率が小さいギャップ樹脂を充填し、更に前記枠状の補強枠（スティフィナ）と配線基板の間に前記半導体素子の 4 隅から外側に向かってギャップ樹脂が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 前記補強枠（スティフィナ）と前記配線基板の接着材の厚さは、厚い部分と薄い部分が混在していることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置。

【請求項 5】 補強板（スティフィナ）の前記配線基板との接着面は、凹面と凸面とが混在していることを特徴とする請求項 3 乃至 4 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 6】 前記補強枠（スティフィナ）と前記配線基板の接続は、凸面が低融点合金（半田）で接続され、凹面が前記アンダーフィル樹脂接着されていることを特徴とする請求項 3 ないし 5 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 7】 前記補強枠（スティフィナ）と前記配線基板との接着は、前記補強枠（スティフィナ）の対角線上にギャップ樹脂を、前記ギャップ樹脂部を除く 4 辺には前記ギャップ樹脂以外の接着材で接着されていることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置。

【請求項 8】 前記補強枠（スティフィナ）は、対角線上に溝が形成されていることを特徴とする請求項 3 または 7 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 9】 前記フィレットは、少なくとも前記半導体素子の側壁面下部から前記配線基板面にかけて放物線を描いて延在するフィレットであり、前記ギャップ樹脂は、前記リッドと前記補強枠（スティフィナ）の内壁と、前記リッド内壁と、前記フィレットと、前記配線基板と前記半導体素子の側壁に接触していることを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 10】 前記ギャップ樹脂は、前記アンダーフィル樹脂よりも熱膨張係数が小さいことを特徴とする請求項 1 乃至 3、8 乃至 9 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 11】 前記ギャップ樹脂は、前記アンダーフィル樹脂よりも弾性係数の大きい樹脂を用いていることを特徴とする請求項 1 乃至 3、8 乃至 10 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 12】 前記補強枠（スティフィナ）は、Cu、SUS、アルミナ、シリコン、樹脂であること特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の半導体装置

。

【請求項 13】 前記アンダーフィル樹脂と前記ギャップ樹脂は、エポキシ系、ポリオレフィン系、シリコン系、シアネートエステル系、ポリイミド系、ポリノルボルネン系のいずれかの材料を主成分とする樹脂を用いていることを特徴とする請求項 1 乃至 3、請求項 7、請求項 9 乃至 11 の何れかに記載の半導体装置。

【請求項 14】 請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の半導体装置の製造方法において、

配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程と、配線基板に半導体素子を接続する工程と、アンダーフィル樹脂を充填・硬化する工程と、ギャップ樹脂を充填・硬化する工程と、リッドを取り付ける工程と、半田バンプを接続する工程とを備え、少なくとも前記配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程を第 1 番目の工程とし、前記配線基板に半導体素子を接続する工程を 2 番目の工程としたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 15】 前記配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程と、前記配線基板に半導体素子を接続する工程と、前記アンダーフィル樹脂を充填・硬化する工程と、前記ギャップ樹脂を充填・硬化する工程の樹脂の硬化を半硬化する工程であり、リッドを取り付ける工程の硬化工程において本硬化することとを特徴とする請求項 13 に記載の半導体製造装置の製造方法。

【請求項 16】 請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法において、配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程と、配線基板に半導体素子を接続する工程と、アンダーフィル樹脂を充填・硬化する工程と、ギャップ樹脂を充填・硬化する工程と、リッドを取り付ける工程と、半田バンプを接続する工程とを備え、

前記ギャップ樹脂の充填・硬化する工程はリッドを取り付ける工程の後に実施することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プリント板と同じ製造方法で作られた配線基板に半導体素子をフリップチップ接続した半導体装置およびその製造方法に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

一般的にフリップチップ接続する配線基板は、有機系プリント配線基板と同様の製造方法で製作されたものである。配線基板は、配線層数が目的に応じて二層から十数層で形成されている。しかし、十数層あるにも係わらず厚さは0.5～2.0mmであり外力や異種材料の熱膨張による応力非常に弱く変形しやすい。外形寸法は、半導体装置に搭載する半導体素子の大きさ、外部端子数、前記外部端子の配列、例えばフルグリッドか周辺グリッドかによって大きく異なる。

一例をあげれば軽量薄型化の要求で半導体素子が約17～20mm角、パッド電極数500～800、配線基板の外部端子数（バンプ）1800～2000個の配列をフルグリッドにした場合、半導体装置の外形は45ないし50mm角、厚さは2.5mm程度である。

#### 【0003】

最初に従来の半導体装置について特許文献1と図14～21を用いて説明する。

特許文献1の半導体装置は、1mm程度の厚さの配線基板1に半導体素子2がフリップチップ接続されその隙間にアンダーフィル樹脂6を充填して硬化させてある。次いで、リッド12を接着するために前記半導体素子2の周辺を囲むように補強枠（スティフィナ）7が接着され前記半導体素子2の裏面と補強枠（スティフィナ）7面に導電性接着材9によってリッド12が固着されている。

図14はリッドを取り外した平面図であり、補強枠（スティフィナ）7と半導体素子2の側面の間は空間17が形成されている。

#### 【0004】

次に図15（a）～（e）16図（f）～（g）の製造方法を説明する。

まず、上述した配線基板1と半導体素子2と補強枠（スティフィナ）7とアンダーフィル樹脂6とエポキシ樹脂接着材10と導電性接着材9とリッド12を準備し、図15（a）の配線基板図をスクリーン印刷機またはディスペンサーのステ



ージ（図示せず）にセットする。次いで配線基板 1 の周囲に  $16 \sim 22 \text{ ppm}$  のエポキシ樹脂接着材 10 をスクリーン印刷機又はディスペンサーで塗布する。その後補強枠（スティフィナ）7 を載置して  $100^\circ\text{C}$  程度でキュアする。図 15（c）のように半導体素子 4 のパッドと配線基板 1 のランドをフリップチップマウンター（図示せず）により位置合わせして後、低融点合金、例えば Pb フリー半田の場合は  $250^\circ\text{C}$  前後の温度で溶融接続する。

#### 【0005】

また、別の方法では、半導体素子 4 のパッドと基板のランドの接続方法として接合面の材料が Au と Al、Au と Au から構成され加熱しながら超音波をかけて接続する方法がある。この場合は、補強枠（スティフィナ）7 のエポキシ樹脂接着材 10 の本キュアは別工程で本キュアする。次に、図 15（d）に示すように配線基板 1 と半導体素子 2 の接着強度を確保するために熱膨張率  $32 \text{ ppm}$  で流動性のあるアンダーフィル樹脂 6 をディスペンサ等で両者間の数  $100 \mu\text{m}$  程度の隙間に毛細現象を利用して充填させる。次にアンダーフィル樹脂 6 を  $100^\circ\text{C}$  程度の温度でキュアする。

#### 【0006】

次いで、図 15（e）の工程でまず半導体素子 4 の裏面に熱膨張率  $16 \sim 22 \text{ ppm}$  の導電性接着材 9 を補強枠（スティフィナ）7 と半導体素子 2 上に塗布または印刷方法で付着させる。次に、図 16（f）でリッド 12 を前記補強枠（スティフィナ）7 に位置合わせしてリッドに荷重を掛けた状態で  $150 \sim 170^\circ\text{C}$  程度の温度で導電性接着材 9 の硬化を同時に行う。キュア方法は、オーブンでバッチ処理する方法、ベルト炉内に連続的に投入してキュアする一般的な方法がある。

#### 【0007】

最後に、図 16（g）は配線基板のランドに外部端子である半田パンプを一般的な方法で接着した後に常温に戻った状態である。この状態ですでに  $100 \mu\text{m}$  程度チップ側に引っ張られ上側に凸の形状になっている。図 16 においてはその状態を示していないが図 20（a）のように点線の状態に変形している。

#### 【0008】

図17(a)、(b)、図18(c)はそれぞれ $-45^{\circ}\text{C}$ の低温度と $150^{\circ}\text{C}$ の高温度と常温の $20^{\circ}\text{C}$ に戻した状態の温度サイクルを繰り返した時の基板反りの状態を示した図である。図17(a)のように常温状態で $100\mu\text{m}$ 程チップ側に凸の状態である。この状態から $-45^{\circ}\text{C}$ に冷却すると反り量は $180\mu\text{m}$ まで増大する。常温に戻して次に $150^{\circ}\text{C}$ に加熱すると約 $50\mu\text{m}$ 迄減少しこの温度サイクルを数百回から千回程度繰り返すと図19の拡大図のように半導体素子2の内部ランド4の剥離15と半田バンプにクラック16が生じる。

#### 【0009】

この状態を図19の半田バンプ周辺の拡大断面図で説明する。温度サイクルで半田バンプにクラックやランドの剥離が生じる理由は、アンダーフィル樹脂で平面方向の応力を吸収しているが、アンダーフィル樹脂の収縮により半導体素子側に引っ張られると共に垂直方向の力が懸かる状態となる。この状態で温度サイクルを繰り返すと半導体素子を含めて配線基板が凸形状と平坦形状を繰り返すことによって半田バンプの半導体素子電極又は配線基板のランド接続部に引っ張りと圧縮の応力が繰り返され破壊に至るものと推定される。

#### 【0010】

上述した製造方法で製造されたフリップチップ型半導体装置は、 $0.5\sim 2.0\text{mm}$ 厚の樹脂配線基板1の配線電極(図示せず) $0.7\text{mm}$ 厚の半導体素子2のパッドと接続され接続部を補強するアンダーフィル樹脂6で固着されている。半導体素子2を囲むように $0.5\sim 1.0\text{mm}$ 程度厚の補強枠(スティフィナ)7を接着して前記配線基板の平坦性と強度を確保した上で半導体素子2を保護する $0.5\sim 1.0\text{mm}$ 厚のリッド11が接着されてフリップチップ型の半導体装置17が構成されている。

#### 【0011】

上記構成材料で製造された常温での半導体装置の配線基板には図20(a)のような基板の反りが生じている。この断面図は、図14(b)のA-A'の断面図である。半導体素子直下はアンダーフィル樹脂の収縮により半導体素子側に引っ張られて上に凸になった状態である。

また補強枠(スティフィナ)7の直下は少し上に凸の形状に変形している。すな

わち 2 段形状に変形している。

【0012】

図 2 1 は、従来と本発明の温度サイクルにおける配線基板の反りの状態を示すグラフである。

【0013】

この状態を改善するにはアンダーフィル樹脂 6 の熱膨張率を 16 ~ 22 ppm 程度に低くすることによって半導体素子直下の凸形状に引っ張られる現象は抑えられるが粘土が上昇しアンダーフィル樹脂内にボイドを取り込み剥離現象を発生させるために熱膨張率を 32 ppm 以下に下げることが不可能であった。要するに樹脂の熱膨張率を下げるためにはシリカ、アルミナのようなフィラーを多く混入すると熱膨張率を下げられるが粘度が上昇するという相反する性質を持っている。

【0014】

【特許文献 1】

特開 2000-323624

【特許文献 2】

特開 2000-260820

【特許文献 3】

特開 2000-349203

【0015】

【発明が解決しようとする課題】 かしながら、上記材料構成で形成した従来の半導体装置は、各材料の熱膨張率と弾性率が大きく異なることから製造工程が終了した時点で、半導体素子が接続された直下の配線基板は半導体素子側に引っ張られる応力が発生して反った状態になっている。さらにこの状態でプリント基板に半田実装すると反った部分の半田接続不良が発生する。また、シリコンと樹脂基板の膨張係数の異なる材料に半田接続されたバンプを破壊から守るために、高膨張、高弾性のアンダーフィル樹脂を用いることによって両者の応力差を緩和させていた。しかし、常温状態であれば問題がないが、温度サイクルのように低温、高温が繰り返されると配線基板の反り半田バンプや配線基板にクラックが

発生するという問題があった。

【0016】

例えば、特許文献2に開示されている半導体装置では、配線パターン面に半導体素子を接続しその隙間に第1の封止材（アンダーフィル樹脂）を60～120℃で進入させて、更に140～170℃で硬化させた後に半導体素子の側面を第2の封止材（公知のフィレット材）により封止したものである。

この構造では、半導体素子の直下に第1の封止材が存在し、第2の封止材がフィレット条に形成されているがこの状態では半導体素子直下の配線パターンの収縮を完全に防止することはできない。

【0017】

又特許文献3に開示されている半導体装置では、インターポーザ基板にフリップチップ接続し、前記基板と半導体素子間と補強枠（スティフィナ）に相当する部分をトランスファーモールドで一体的に充填してからヒートスプレッド（リッドに相当）を接着した構造及び製造方法である。

この半導体装置の問題点は、トランスファーモールドでフィラー含有量の多い封止用樹脂をアンダーフィル樹脂として注入充填した場合に粘土が高くなり隙間にボイドを取り込み、剥がれ、クラック等の信頼性を損なう問題点を生じる。

【0018】

本発明の目的は、封止した常温状態で配線基板の反り量がプリント板実装において、支障のない反りであり、かつ温度サイクル試験において半田バンプの剥離、破壊がなく、基板にクラックの発生が少なく、その結果半田バンプおよび配線基板の破壊のない半導体装置を提供する。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成手段として、配線基板の全面を均一な収縮にする事によって反りをなくす方法である。その手段の第1の発明は、半導体素子2と補強枠（スティフィナ）7との空間部に低膨張率の樹脂を充填・硬化させたものである。第2の発明は、第1発明に加えて半導体素子2と補強枠（スティフィナ）7との接着材をアンダーフィル樹脂と同じ材料を用いて半導体素子直下の収縮と同

じにしたことである。第3の発明は第1の発明に加えて、配線基板の4コーナー部の補強枠（スティフィナ）7と配線基板との接着材をギャップ樹脂に替えたものである。

#### 【0020】

上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記半導体素子を補強するアンダーフィル樹脂と、前記半導体素子を囲む補強枠（スティフィナ）と前記半導体素子の裏面と前記補強枠（スティフィナ）上にリッドが取り付けられた半導体装置において、前記配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記配線基板の隙間に充填した前記アンダーフィル樹脂と前記アンダーフィル樹脂から延在するフィレットと、前記フィレットとリッド間の空間を埋めるようにギャップ樹脂が充填され2層構造の樹脂で構成されている。

従って補強枠（スティフィナ）と半導体素子との間の空間に低熱膨張率ギャップ樹脂が充填され硬化しているので常温と高温を繰り返す温度サイクル試験において収縮・膨張が最小限に抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0021】

また請求項2記載の発明は、配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記半導体素子を補強するアンダーフィル樹脂と、前記半導体素子を囲む補強枠（スティフィナ）と前記半導体素子の裏面と前記補強枠（スティフィナ）上にリッドが取り付けられた半導体装置において、前記補強枠（スティフィナ）の内側と、前記半導体素子の周囲を取り囲むように形成されたアンダーフィルから延びるフィレットとの、間に前記アンダーフィル樹脂よりも熱膨張率が小さく、かつ弾性率が小さいギャップ樹脂を充填し、更に前記配線基板と前記半導体素子の間、前記配線基板と前記枠状の補強枠（スティフィナ）との間に同じアンダーフィル樹脂が充填されて接着されている。

#### 【0022】

従って、補強枠（スティフィナ）と半導体素子との間の空間に低熱膨張率ギャップ樹脂が充填され硬化されていると共に前記配線基板と前記枠状の補強枠（ス

ティフィナ) との間に同じアンダーフィル樹脂が充填されているので温度サイクル試験において収縮・膨張が半導体素子直下と同じ状態になるので半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

また請求項3記載の発明は、配線基板にフリップチップ接続された半導体素子と前記半導体素子を補強するアンダーフィル樹脂と、前記半導体素子を囲む補強枠(スティフィナ)と前記半導体素子の裏面と前記補強枠(スティフィナ)上にリッドが取り付けられた半導体装置において、

前記補強枠(スティフィナ)の内側と、前記半導体素子の周囲を取り囲むように形成されたアンダーフィルから延びるフィレットとの、間に前記アンダーフィル樹脂よりも熱膨張率が小さく、かつ弾性率が小さいギャップ樹脂を充填し、更に前記枠状の補強枠(スティフィナ)と配線基板の間に前記半導体素子の4隅から外側に向かってギャップ樹脂が形成されている。

#### 【0023】

従って、補強枠(スティフィナ)と半導体素子との間の空間に低熱膨張率ギャップ樹脂が充填され硬化されていると共に前記枠状の補強枠(スティフィナ)と配線基板の間に前記半導体素子の4隅から外側に向かってギャップ樹脂が形成されているので特に対角線の距離の長い部分の収縮・膨張が更に抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0024】

また請求項4記載の発明は、前記補強枠(スティフィナ)と前記配線基板の接着材の厚さは、厚い部分と薄い部分が混在させる構造となっている。

#### 【0025】

従って、前記枠状の補強枠(スティフィナ)と配線基板の間の接着樹脂を半導体素子直下と同じ状態にすることによって収縮・膨張が更に抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0026】

また請求項5記載の発明は、補強板(スティフィナ)の前記配線基板との接着面は、凹面と凸面とが混在している構造である。

#### 【0027】

従って、前記棒状の補強棒（スティフィナ）と配線基板の間の接着状態を簡単に半導体素子直下と同じ状態にすることができる。その結果、収縮・膨張が抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0028】

また請求項6記載の発明は、前記補強棒（スティフィナ）と前記配線基板の接続は、凸面が低融点合金（半田）で接続され、凹面が前記アンダーフィル樹脂接着されている構造である。

#### 【0029】

従って、前記補強棒（スティフィナ）と前記配線基板の接続構造が半導体素子と配線基板と全く同じ状態になり更に収縮・膨張が抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0030】

また請求項7記載の発明は、前記補強棒（スティフィナ）と前記配線基板との接着は、前記補強棒（スティフィナ）の対角線上にギャップ樹脂を、前記ギャップ樹脂部を除く4辺には前記ギャップ樹脂以外の接着材で接着されている構造である。

#### 【0031】

従って、補強棒（スティフィナ）と配線基板間の収縮・膨張に関して対角線の長い部分と辺の部分の接着樹脂を変えてあるので収縮・膨張が抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0032】

また請求項8記載の発明は、前記補強棒（スティフィナ）は、対角線上に溝が形成されている構造である。

#### 【0033】

従って、対角線上の溝に沿ってギャップ樹脂が充填され収縮・膨張が抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

#### 【0034】

また請求項9記載の発明は、前記フィレットは、少なくとも前記半導体素子の側壁面下部から前記配線基板面にかけて放物線を描いて延在するフィレットであ

り、前記ギャップ樹脂は、前記リッドと前記補強枠（スティフィナ）の内壁と、前記リッド内壁と、前記フィレットと、前記配線基板と前記半導体素子の側壁に接触している構造である。

【0035】

従って、半導体素子側壁から延びるフィレットと補強枠（スティフィナ）の内壁と、リッド内壁にギャップ樹脂が充填・硬化されているので収縮・膨張が抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

【0036】

また請求項10記載の発明は、前記ギャップ樹脂は、前記アンダーフィル樹脂よりも熱膨張係数が小さいことを特徴としている。

【0037】

従って、半導体素子と補強枠（スティフィナ）の内壁と、リッド内壁にギャップと配線基板の空間部分の収縮・膨張が抑えられ半田バンプのクラック及び内部ランドの剥離を防止することができる。

【0038】

また請求項11記載の発明は、前記ギャップ樹脂は、前記アンダーフィル樹脂よりも弾性係数の大きい樹脂を用いていることを特徴としている。

【0039】

また請求項12記載の発明は、前記補強枠（スティフィナ）は、Cu、SUS、アルミナ、シリコン、樹脂であること特徴とする。

【0040】

また請求項13記載の発明は、前記アンダーフィル樹脂と前記ギャップ樹脂は、エポキシ系、ポリオレフィン系、シリコーン系、シアネートエステル系、ポリイミド系、ポリノルボルネン系のいずれかの材料を主成分とする樹脂を用いていることを特徴とする。

また請求項14記載の発明は、半導体装置の製造方法において、配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程と、配線基板に半導体素子を接続する工程と、アンダーフィル樹脂を充填・硬化する工程と、ギャップ樹脂を充填・硬化する工程と、リッドを取り付ける工程と、半田バンプを接続する工程とを備え、



少なくとも前記配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程を第1番目の工程とし、前記配線基板に半導体素子を接続する工程を2番目の工程としたことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

#### 【0041】

従って、この製造方法であると配線基板の強度を補強できるために製造工程中のハンドリング性を改善すると共に反りを抑えることができる。

#### 【0042】

また請求項15記載の発明は、前記配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程と、前記配線基板に半導体素子を接続する工程と、前記アンダーフィル樹脂を充填・硬化する工程と、前記ギャップ樹脂を充填・硬化する工程の樹脂の硬化を半硬化する工程であり、リッドを取り付ける工程の硬化工程において本硬化する製造方法である。

#### 【0043】

従って、この製造方法は、各接着材を各工程で仮キュアしておき最後に本キュアして完全硬化するために製造後の反りを最小に抑えることができる。

また請求項16記載の発明は、請求項3に記載の半導体装置の製造方法において、配線基板に補強枠（スティフィナ）を接着する工程と、配線基板に半導体素子を接続する工程と、アンダーフィル樹脂を充填・硬化する工程と、ギャップ樹脂を充填・硬化する工程と、リッドを取り付ける工程と、半田バンプを接続する工程とを備え、前記ギャップ樹脂の充填・硬化する工程はリッドを取り付ける工程の後に実施することを特徴とする製造方法である。

#### 【0044】

従って、この製造方法は、リッド12を取り付けてからギャップ樹脂8を注入・硬化させてるのでギャップ樹脂が完全に充填できリッド部分に空隙ができず配線基板の変形を抑制することができる。

#### 【0045】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第1実施例）

次に、第1実施例について図面を参照して説明する。

図1 (a) は本発明の第1実施例の断面図、図1 (b) は図1のリッドを外した状態の平面図、図8 (a) ～図8 (e) と図9 (f) ～図9 (h) はその製造工程図である。

本発明の第1の実施例は、配線基板1の中央にフリップチップ接続された半導体素子2と、前記フリップチップ接続部の応力を緩和させるためのアンダーフィル樹脂6と、配線基板の周囲に接着された補強枠（スティフィナ）7で、製造工程中の熱的、機械的応力による配線基板1の反りを低減させると共に強度を補強している。補強枠（スティフィナ）7の内壁と半導体素子2の側壁とアンダーフィル樹脂から延びるフィレット11とリッド12で囲まれる空間に樹脂8を充填・硬化させてほぼ空間をなくすようにした構造である。この空間に充填した樹脂の名称をギャップ樹脂と命名する。このギャップ樹脂の特徴は、半導体素子2と補強枠（スティフィナ）7との空間に少なくともアンダーフィル樹脂6よりも低熱膨張率の樹脂を充填・硬化してあるために高温・低温時の膨張・収縮を抑制できる。更にギャップ樹脂の熱膨張率を、接着材10、導電性接着材9よりも低くすることにより更に反りが低減できるものである。

ここで用いるアンダーフィル樹脂とギャップ樹脂等の樹脂の特性を表-1に示す。

#### 【0046】

表-1 各樹脂の特性

	熱膨張率	弾性率 GPa
スティフィナの接着材	16～22 PPM	11～12
アンダーフィル樹脂	30～32	9～10
ギャップ樹脂	8～15	18～28
導電性接着材	50～100	3～9

次に、製造方法を工程順沿って説明する。

#### 【0047】

図8 (a) は、配線基板1の裏面には内部ランド4から導通している外部ランド5が配設されている。図8 (b) は、配線基板1の周辺を枠状に熱膨張係数が16～22 ppm程度、弾性率が11～12 GPaのエポキシ系、ポリオレフィ

ン系、シリコン系、シアネートエステル系、ポリイミド系、ポリノルボルネン系のいずれかの材料を主成分として熱膨張率と弾性率を合わせるために無機質フィラーを適量混入させた接着材 10 を塗布する。次に補強枠（スティフィナ）7 を位置決め載置して 125℃程度 15 分で仮キュアして接着した。この状態ではまだ接着材 10 は完全に固化していない。図 8（c）は、半導体素子 2 を位置決め載置して窒素雰囲気中で 250℃に加熱して配線基板 1 の内部ランド 4 にフリップチップ接続する。図 8（d）は、半導体素子 2 と配線基板 1 との隙間にディスプレイペンサ等でアンダーフィル樹脂 6 を滴下方法でエポキシ系樹脂を熱膨張係数が 32 ppm 程度、9 GPa 程度の弾性率の樹脂を注入・充填する。この特性のアンダーフィル樹脂であれば流動性が 1000～40000 CPS（centipoises）であり特許文献 3 に示すようなボイドの発生させることなく注入・充填できる。その後 100℃程度で 10 分仮キュアする。やはりこの状態ではまだアンダーフィル樹脂も完全に固化していない。図 8（e）は、そのアンダーフィル樹脂 6 とアンダーフィル樹脂から半導体素子周囲に延びるフィレット 11 上すなわち補強板（スティフィナ）7 と半導体素子 2 の側壁の間にアンダーフィル樹脂 6 よりも熱膨張率の小さい 8～15 ppm 程度の熱膨張係数で弾性率 18～28 GPa のエポキシ系樹脂をギャップ樹脂 8 としてインジェクション注入、トランスファー封止、液状樹脂の滴下等で充填後、150℃、30 分程度仮キュアする。また、ギャップ樹脂も同様にこの状態ではまだ完全に固化していない。

#### 【0048】

上述したアンダーフィル樹脂 6，ギャップ樹脂 8，導電性接着材 9 の材料も接着材 10 と同じであり無機質フィラーの含有量を変えて最適な性質に合わせて使っている。導電性接着材は更に熱導電性を与えるために Ag、Cu 粉末等を混ぜている。

次に図 9（f）のように半導体素子 2 の裏面と補強枠（スティフィナ）7 に Ag、Cu 等のフィラーを適量混入したエポキシ系樹脂で熱膨張係数が 50～100 ppm の導電性接着材 9 を塗布し、図 9（g）のようにリッド 11 を載置する。次に前記アンダーフィル樹脂 6，ギャップ樹脂 8，導電性接着材 9、接着材 10 を除熱しながら 175℃60 分程度に加熱して本キュアしてリッド 12 を完全に

接着させると共に他の樹脂も完全に硬化させる。最後に、図9（h）は配線基板のランドに外部端子である半田パンプ19を一般的な方法で接着した後に常温に戻った状態である。

#### 【0049】

##### （第2実施例）

次に第2実施例について図2の断面図を用いて説明する。製造方法は、実施例1と同じである。

この第2実施例は第1実施例とほとんど構成が同じであるが、唯一異なる点は配線基板1へ補強枠（ステイフィナ）7を接着する樹脂としてアンダーフィル樹脂6を用いたことである。

補強枠（ステイフィナ）7を接着する樹脂に熱膨張係数 $32\text{ ppm}$ 、弾性率 $9\sim 10\text{ GPa}$ の樹脂を用いることによって補強枠（ステイフィナ）7直下の配線基板1の収縮の程度を半導体素子2と同じ割合にしたことが特徴である。そしてアンダーフィル樹脂を接着材10とした厚さは $20$ 乃至 $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度でありアンダーフィルの樹脂厚の半分程度である。

#### 【0050】

##### （第3実施例）

次に、第3実施例について図3の断面図（a）、（c）とリッドを外した状態の平面図（b）を用いて説明する。

第3実施例は、補強枠（ステイフィナ）7を接着する接着材10の隙間を半導体素子2と配線基板1と同じ隙間にした構造である。

補強枠（ステイフィナ）7の接着面は、全面が平面から渦巻状あるいは格子状の溝、あるいは凸部と凹部が交互に形成されている形状にすると半導体素子直下と同じ状態にすることができる。その溝または凹部の深さは適宜設定できるが半導体素子と配線基板1との隙間であるが $50\sim 200\text{ }\mu\text{m}$ 程度が好ましい。前記補強枠（ステイフィナ）7の材料は、Cu、SUS（フェライト系ステンレス鋼）アルミナ、シリコン、窒化アルミニウム、エポキシ樹脂等が選択できる。

この補強枠（ステイフィナ）7を配線基板1に接着材としてアンダーフィル樹脂6によって接着している。勿論第1実施例に用いた接着材を用いることもできる

。

### 【 0 0 5 1 】

配線基板 1 に銅の補強枠（スティフィナ） 7 と銅のリッド 1 2 の構成において、半導体素子 2 と配線基板 1 とアンダーフィル樹脂 6 とギャップ樹脂の構成も第 1 実施例と同じである。

この第 3 実施例の構造による常温および温度サイクルによる作用的特徴は、配線基板と補強枠（スティフィナ）の接着状態を半導体素子と配線基板との状態に近づけることによってまず補強枠（スティフィナ） 7 による配線基板 1 の反りを抑制する。更に、半導体素子 1 が接続されている配線基板 1 との間にアンダーフィル樹脂 6 を充填して、更にその上にギャップ充填樹脂が空間全体を埋めるように充填されて硬化されている。

このギャップ充填樹脂を半導体素子側壁と補強枠（スティフィナ）間の空間に充填することにより上下方向の動きを抑制する。

また更に、シリコンや銅の補強枠（スティフィナ） 7 の接続する凸部をメタライズしてからフラックスで活性化させはんだ接続する。この場合には、半導体素子と同じように配線基板と補強枠（スティフィナ） 7 の接着状況が半導体素子と同じ状態にすることができるので収縮による反りを抑えることができる。

### 【 0 0 5 2 】

（第 4 実施例）

第 4 実施例は図 4 の断面図に示すように、第 3 実施例の補強枠（スティフィナ） 7 の開口部の形状が逆テーパー状 2 0 したものでギャップ樹脂の上に庇状に覆い被さっている。この構造は庇部分がフィレットとギャップ樹脂がリッド側に変形するのを防止する効果がある。また庇状にすることによって膨張と収縮のもととなる樹脂材料を少なくすることができるのでさらにへこみを少なくする効果がある。

### 【 0 0 5 3 】

製造方法は、第 1 実施例の半導体装置の製造方法と同じである。

### 【 0 0 5 4 】

（第 5 実施例）

第5実施例は、図5(a)の平面図とA-A'線の断面図である図5(b)と図6(c)を用いて説明する。この実施例は、矩形上の半導体装置の対角線の長さが最も大きいので膨張収縮による影響が出やすい。この部分を改善したものである。

#### 【0055】

補強枠(スティフィナ)7の4つのコーナーに溝を設けてギャップ樹脂を入り込ませる形状にしたことが特徴である。半導体素子と配線基板との間に充填するアンダーフィル樹脂とギャップ充填樹脂は第3実施例と同じであるが、補強枠(スティフィナ)7の材料と配線基板との接着樹脂を限定したものである。補強枠(スティフィナ)は、熱膨張率がAl、Cu、SUSのように配線基板に近い材料を用いた場合、配線基板と補強枠(スティフィナ)の接着材10を4コーナー部分にギャップ樹脂8を充填させ、4辺部分の接着材のアンダーフィル樹脂を用いたことが特徴である。

この第4実施例の構造による作用的特徴は、配線基板と補強枠(スティフィナ)と接着材の熱膨張特性をほぼ一致させることによって配線基板の反りを抑えつつ半導体素子直下の配線基板を上述したアンダーフィル樹脂とギャップ樹脂で配線基板の反りを抑えている。

#### 【0056】

この構造の半導体装置の第1の製造方法は、図8(b)の工程でコーナーに溝付き補強枠(スティフィナ)7を用いて、辺部にアンダーフィル樹脂6(接着材料の化学名:エポキシ系、シアネートエステル系)を、コーナー部にギャップ樹脂8を塗布して接着したものである。

#### 【0057】

また、第2の製造方法について説明する。図10(a)～図10(e)と図11(f)～図11(i)を用いて説明する。図10(a)から図10(d)までの工程は、第1実施例の製造工程である図8(a)～図8(d)と全く同じである。図10(e)において、半導体素子2の裏面と補強枠(スティフィナ)7にAg、Cu等のフィラーを適量混入したエポキシ系樹脂でかつ熱膨張係数が50～100ppmの導電性接着材9を塗布し、図10(g)のようにリッド11を載

置する。150℃、30分程度に加熱してリッドを仮キュアしてリッド12を接着させる。次いで、リッド12が接続されたパッケージの2ヶ所の隅に加温圧入ノズル18を接触させギャップ樹脂8を注入・充填するかまたはトランスファーマールドで圧入する方法もある。最後に、図11(i)は配線基板のランドに外部端子である半田パンプを一般的な方法で接着した後に常温に戻った状態である。

#### 【0058】

##### (第6実施例)

第6実施例は、補強枠(スティフィナ)7の材料が無機材料から有機材料の樹脂に替えたものである。図7(a)は補強枠(スティフィナ)7の開口部が垂直に形成されているものである。

製造工程は、図12(a)～(e)に示すように樹脂製の補強枠(スティフィナ)7をトランスファーマールドにより予め製作して準備しておく。その後の製造手順は実施例1と同じである。配線基板1に接着材10を塗布し、樹脂製補強枠(スティフィナ)7を載置して仮キュアする。次に半導体素子を内部ランド4に半田接続してからアンダーフィル樹脂6を充填してから仮キュアする。次に半導体素子裏面と補強枠(スティフィナ)7面に導電性接着材9を塗布してリッド12を載置して本キュアして接着材、アンダーフィル樹脂、導電性接着材を完全に硬化させて半導体装置が完成する。

#### 【0059】

また別の製造方法としては、配線基板1をトランスファーマールド用金型に載置して配線基板1に一体的に樹脂製補強枠(スティフィナ)7を形成する方法も適用できる。その後の製造方法は従来と同じ方法である。この方法であると製造工程の省力化ができる。

#### 【0060】

##### (第7実施例)

第7実施例は、第6実施例と同じであるが開口部の形状が逆テーパ状20になっておりギャップ樹脂の上に庇状に覆い被さっている。この構造にすることによって庇部分がフィレットとギャップ樹脂がリッド側に変形するのを防止する効

果がある。また庇状にすることによって膨張と収縮と収縮のもととなる樹脂材料を少なくすることができるのでさらにへこみを少なくする効果がある。

製造方法は、実施例 6 の製造方法と同じである。

#### 【0 0 6 1】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、この発明の第 1 によれば配線基板上に半導体素子をフリップチップ接続し、その配線基板と半導体素子の隙間にアンダーフィル樹脂を充填し、半導体素子の周囲を囲むように補強枠（スティフィナ）を取り付けてリッドの支持体とした場合に、配線基板、半導体素子、補強枠（スティフィナ）とリッドで囲まれる空間にアンダーフィル樹脂よりも低熱膨張率のギャップ樹脂を充填・硬化してあるために、ギャップ樹脂が膨張・収縮による配線基板の上下方向の動きを抑制することができるので温度サイクルによる半田バンプのクラックやランドの剥離を防止できる。

#### 【0 0 6 2】

この発明の第 2 によれば、発明の第 1 に加えて、配線基板に補強枠（スティフィナ）を固着する接着材をアンダーフィル樹脂を用いることによって、補強枠（スティフィナ）直下の配線基板の収縮を半導体素子直下の配線基板の収縮と同じ割合にすることができる。従って発明の第 1 に勝ってより温度サイクルによる半田バンプのクラックやランドの剥離を防止できる。

発明の第 3 によれば、矩形形状の半導体装置は、対角線上が最も寸法が大きいので収縮と膨張が顕著に現れる。この部分の膨張・収縮を抑制したもので、発明の第 1 に加えて、補強枠（スティフィナ）の 4 隅の配線基板との接着材を低熱膨張のギャップ樹脂を用いたもので対角線の膨張収縮を更に抑えた方法である。これにより温度サイクルによる半田バンプのクラックやランドの剥離を防止できる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

(a) 本発明の第 1 実施例の断面図

(b) 本発明の第 1 実施例の平面図

#### 【図 2】



本発明の第 2 実施例の断面図

【図 3】

- (a) 本発明の第 3 実施例の断面図
- (b) 本発明の第 3 実施例の平面図
- (c) 本発明の第 3 実施例の部分拡大図

【図 4】

本発明の第 4 実施例の断面図

【図 5】

- (a) 本発明の第 5 実施例の平面図
- (b) 本発明の第 5 実施例の A - A ‘部分拡大図

【図 6】

- (c) 本発明の第 5 実施例の B - B ‘断面図

【図 7】

- (a) 本発明の第 6 実施例の断面図
- (b) 本発明の第 7 実施例の断面図

【図 8】

- (a) ~ (e) 本発明の第 1 実施例の第 1 の製造工程図

【図 9】

- (f) ~ (h) 本発明の第 1 実施例の第 1 の製造工程図

【図 1 0】

- (a) ~ (e) 本発明の第 5 実施例の第 2 の製造工程図

【図 1 1】

- (f) ~ (i) 本発明の第 5 実施例の第 2 の製造工程図

【図 1 2】

- (a) ~ (e) 本発明の第 6 実施例の製造工程図

【図 1 3】

- (a) ~ (e) 本発明の第 7 実施例の製造工程図

【図 1 4】

- (a) 従来の半導体装置の断面図

(b) 従来の半導体装置の平面図

【図 1 5】

(a) ～ (e) 従来の半導体装置の製造工程図

【図 1 6】

(f) ～ (g) 従来の半導体装置の製造工程図

【図 1 7】

(a) ～ (b) 従来の温度サイクル試験による半導体装置の反りの状態図

【図 1 8】

(c) 従来の温度サイクル試験による半導体装置の反りの状態図

【図 1 9】

半田バンプ周辺の拡大断面図

【図 2 0】

半導体装置の各実施例による反りの程度

【図 2 1】

従来と本発明の温度サイクルにおける配線基板の反りの状態を示すグラフ

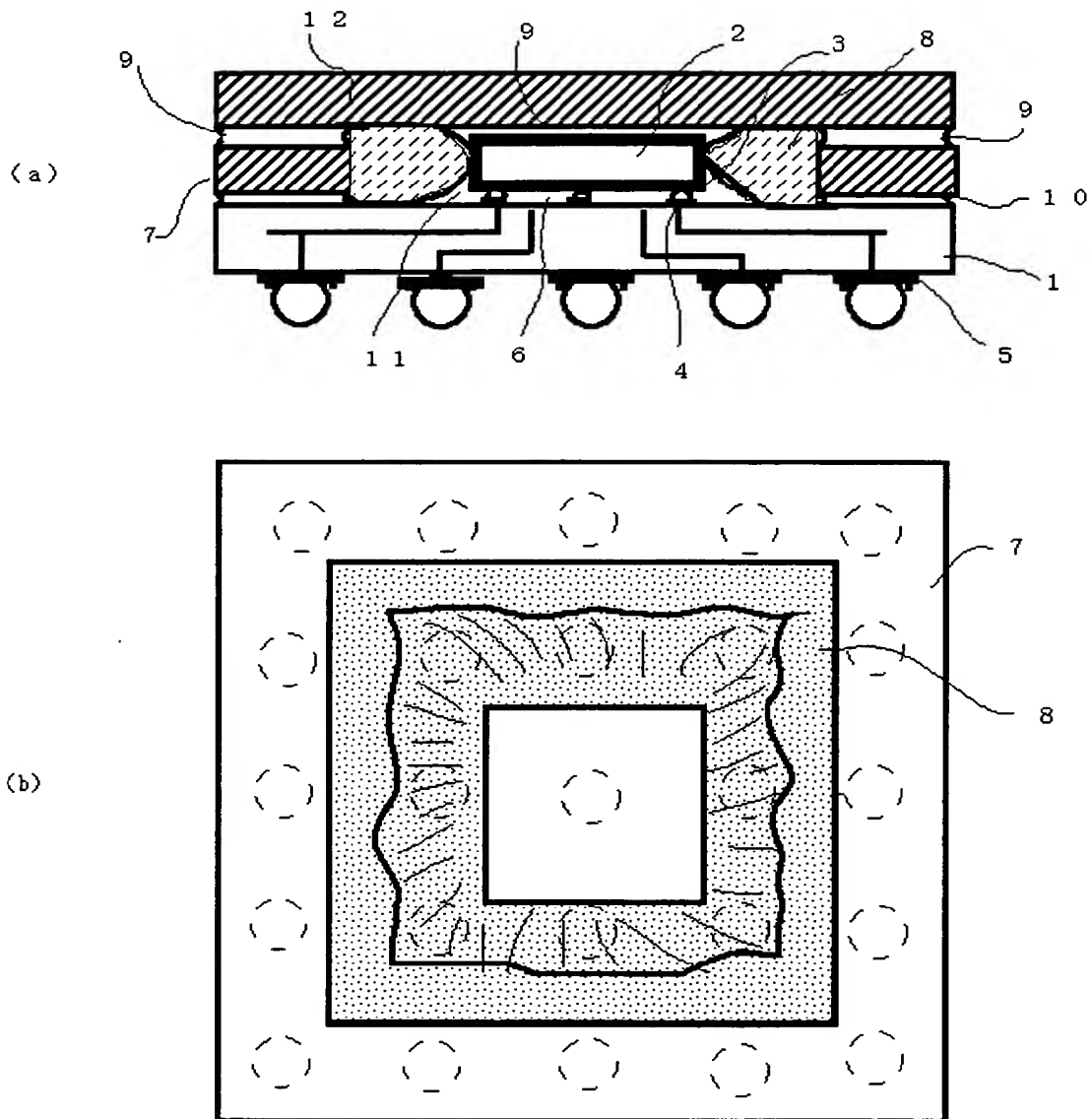
【符号の説明】

- 1 配線基板
- 2 半導体素子
- 3 電極パッド
- 4 内部ランド（配線基板側）
- 5 外部ランド（配線基板側）
- 6 アンダーフィル樹脂
- 7 補強枠（スティフィナ）
- 8 ギャップ樹脂
- 9 導電性接着材
- 1 0 接着材
- 1 1 フィレット
- 1 2 リッド
- 1 3 凹部（溝）

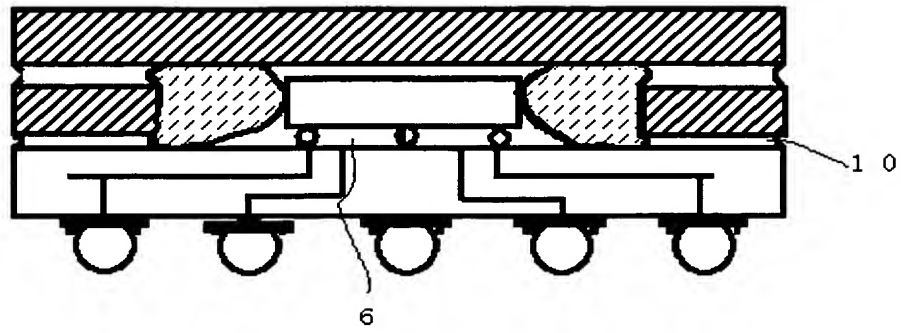
- 1 4 凸部（半田接続部）
- 1 5 剥離
- 1 6 クラック
- 1 7 空間
- 1 8 圧入ノズル
- 1 9 半田バンプ
- 2 0 逆テーパー状

【書類名】 図面

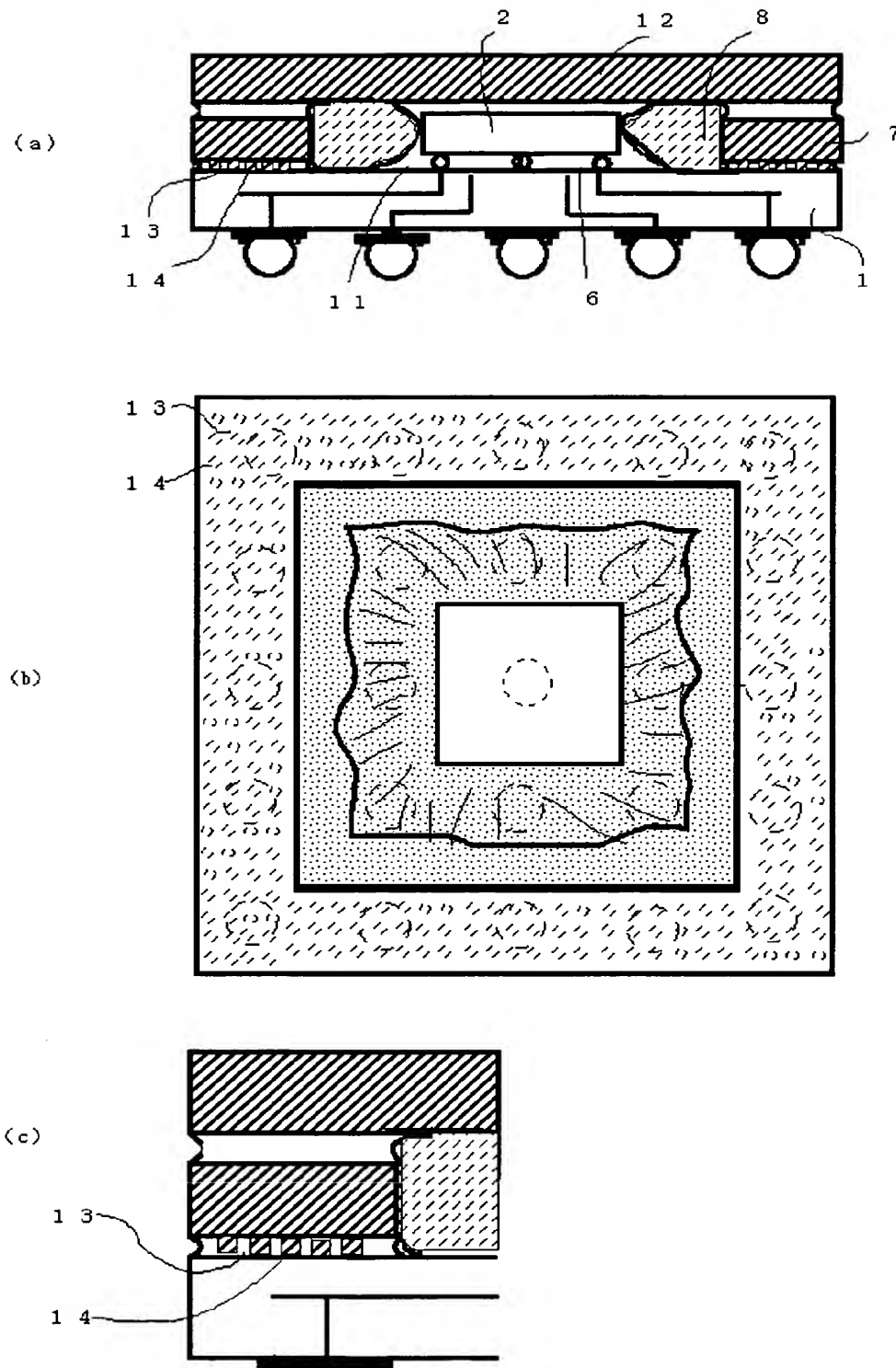
【図 1】



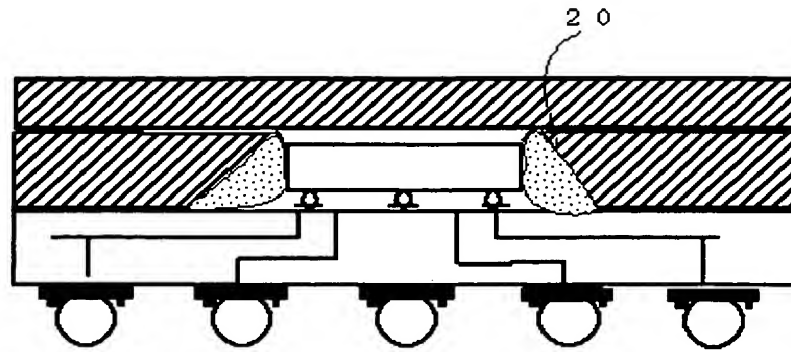
【図 2】



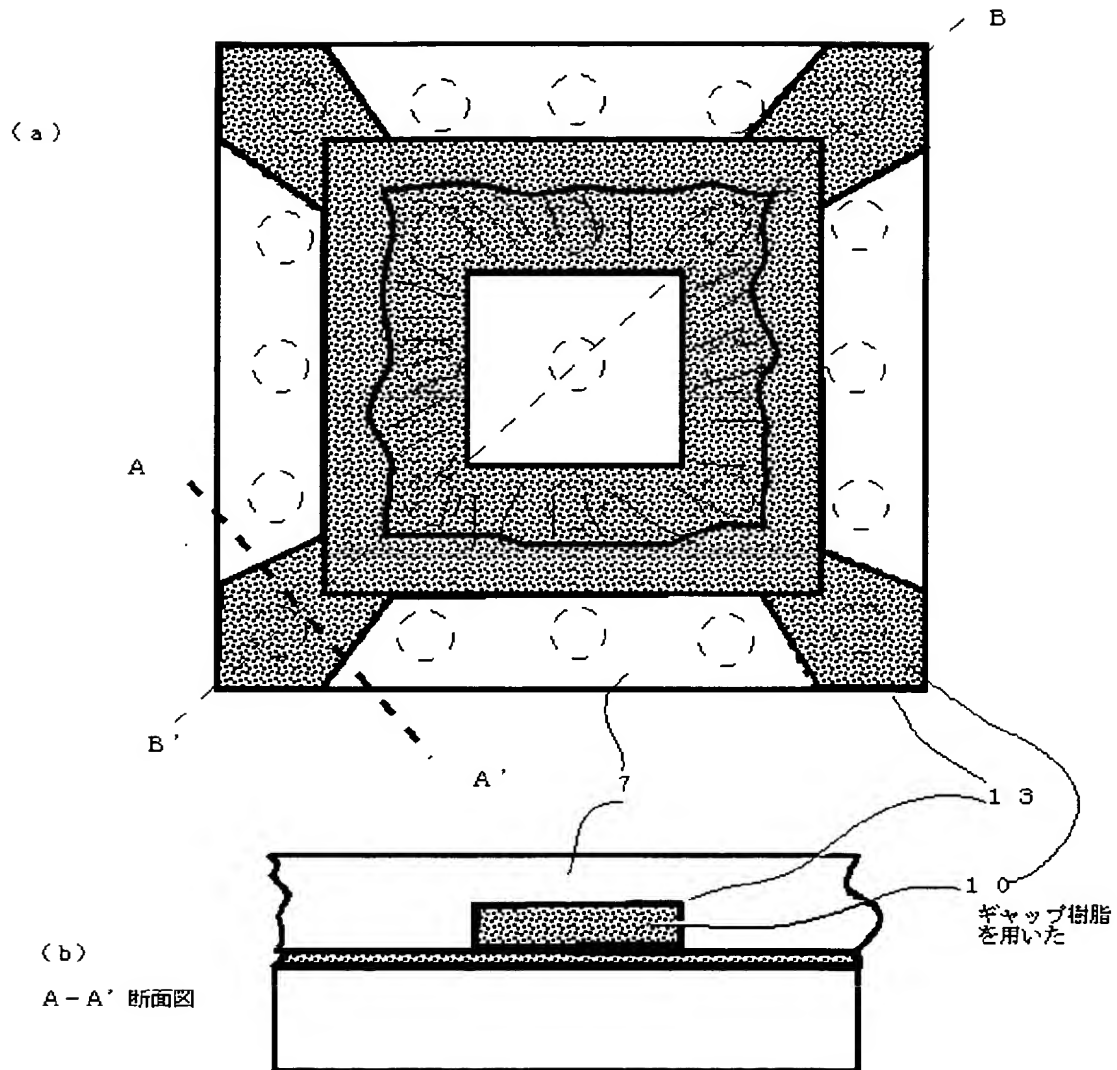
【図 3】



【図 4】



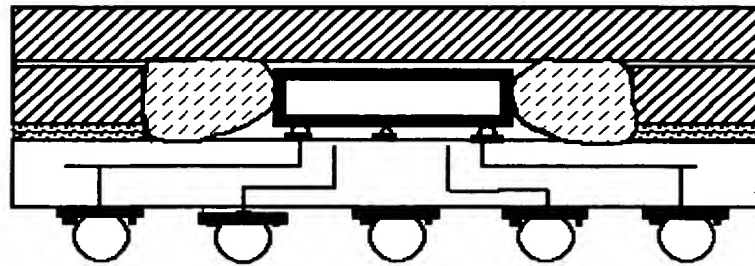
【図 5】





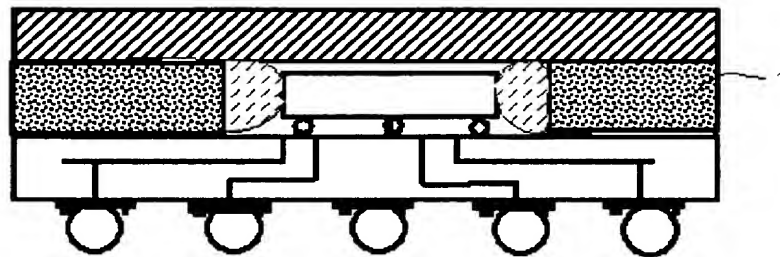
【図 6】

(c)  
B-B' 断面図

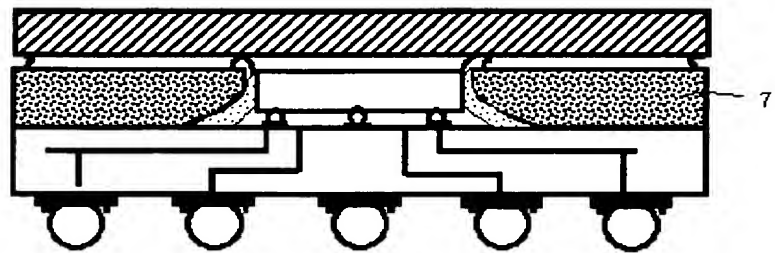


【図 7】

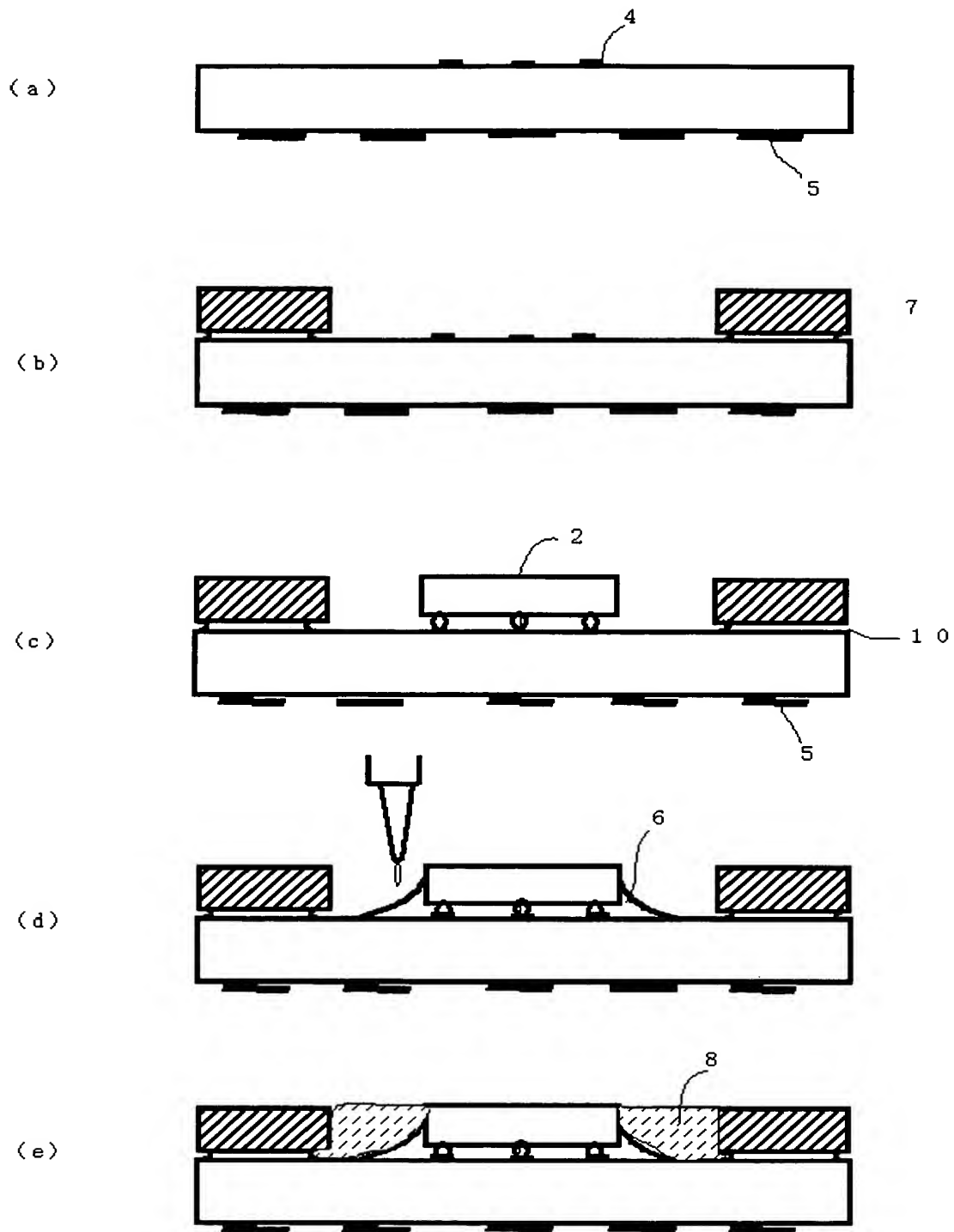
(a)



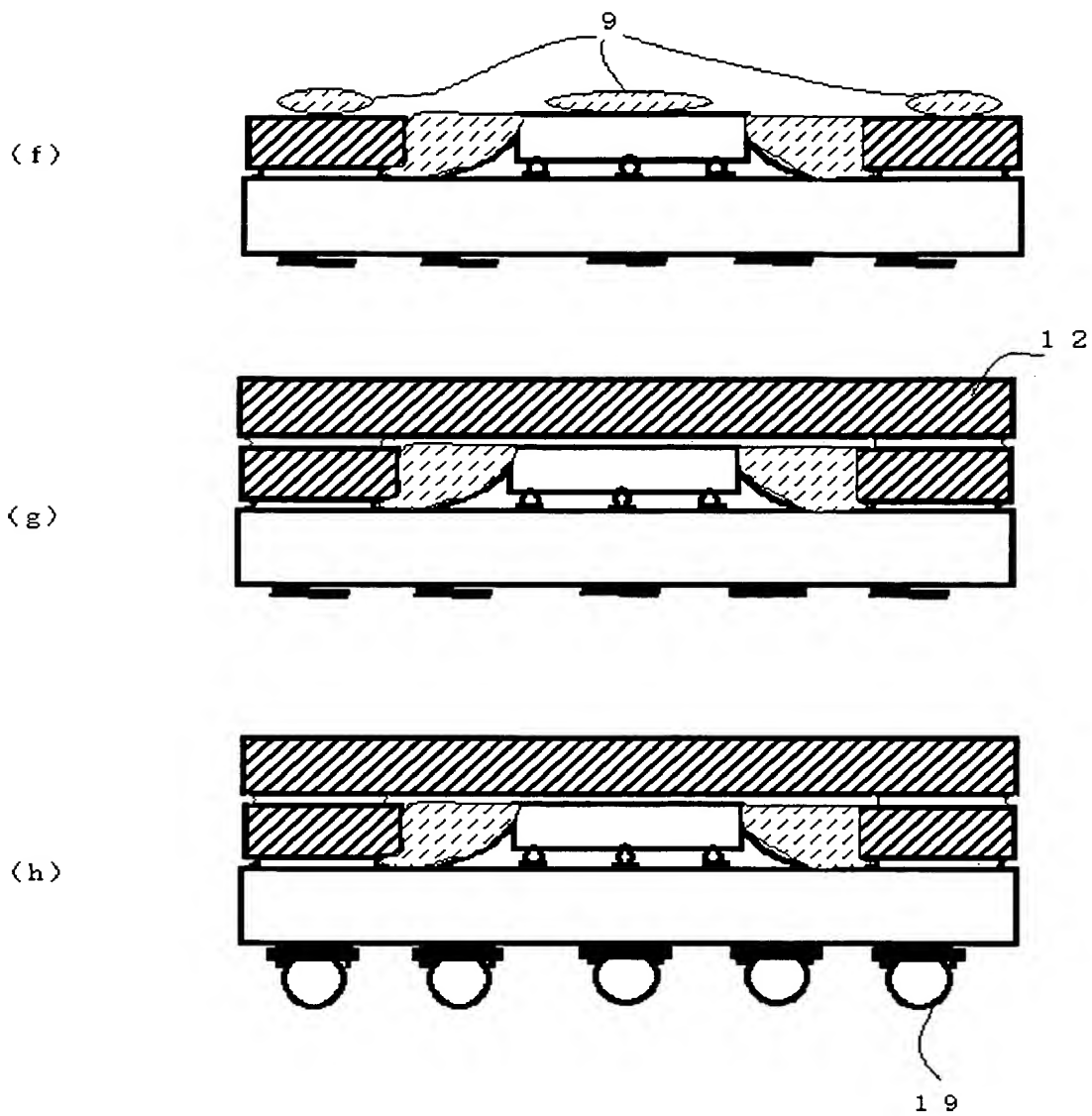
(b)



【図 8】



【図 9】

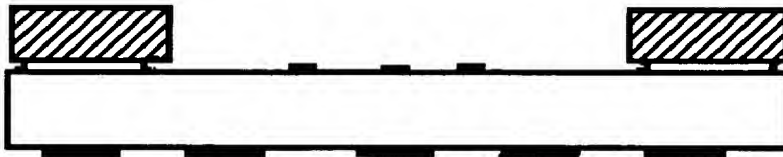


【図 10】

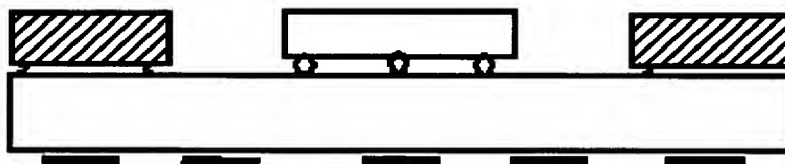
(a)



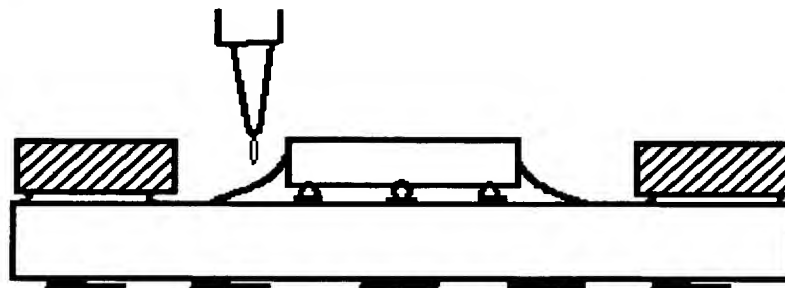
(b)



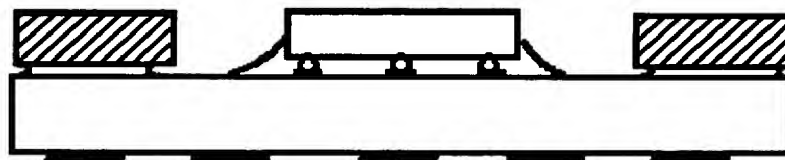
(c)



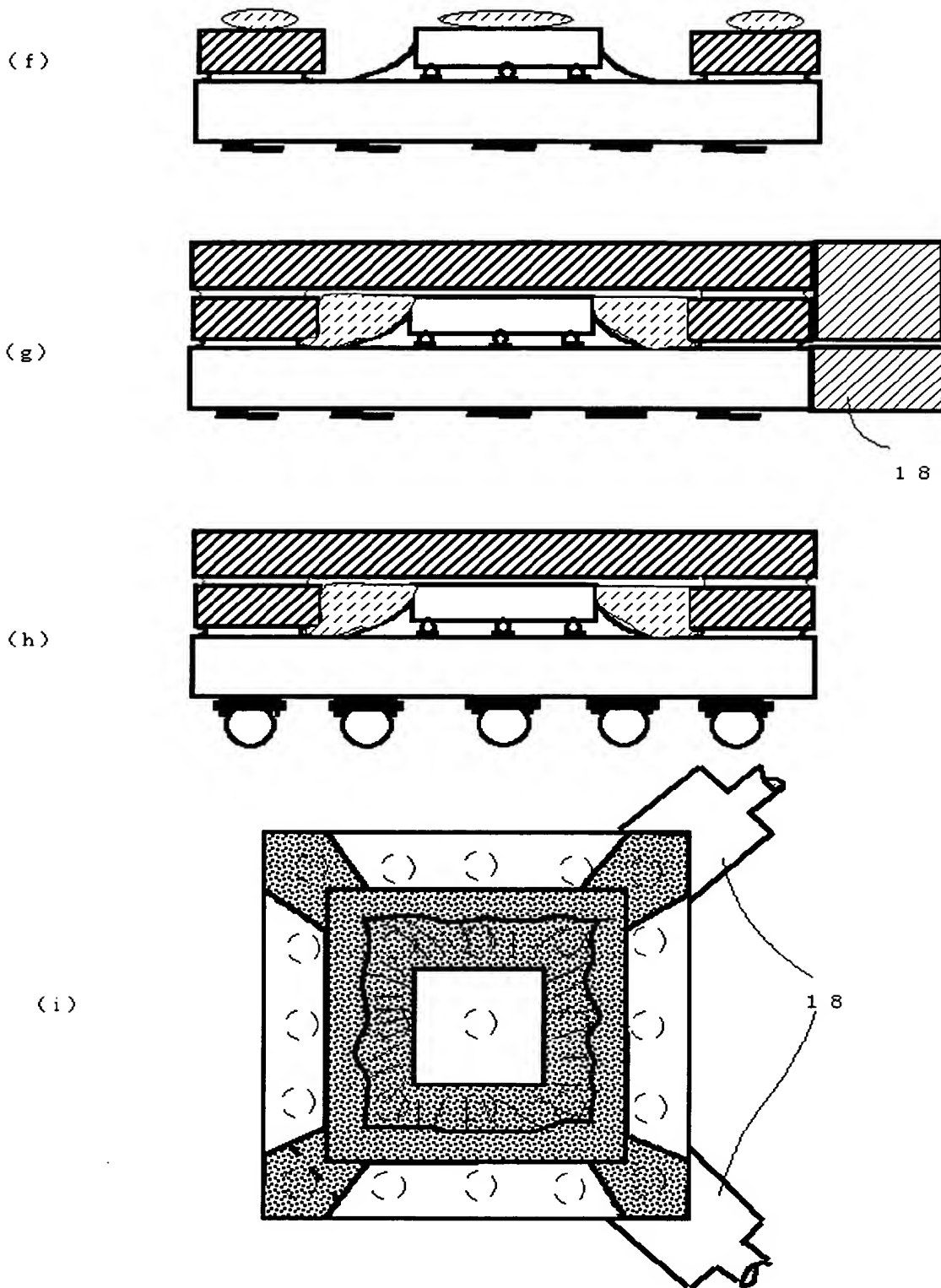
(d)



(e)



【図 11】



【図 12】

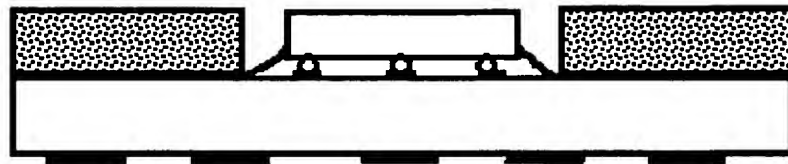
(a)



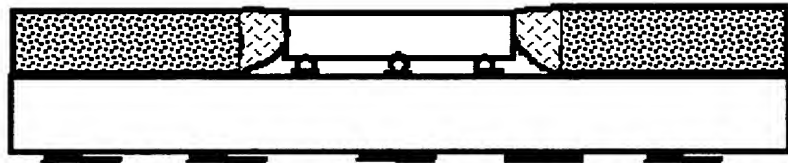
(b)



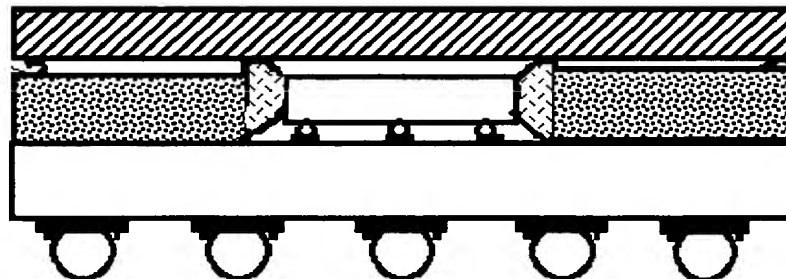
(c)



(d)



(f)



【図 13】

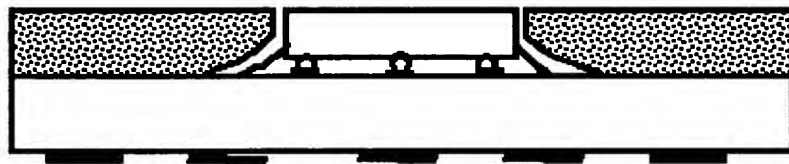
(a)



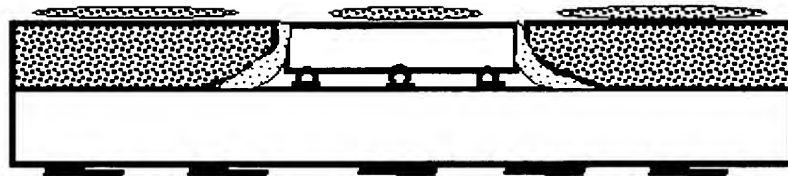
(b)



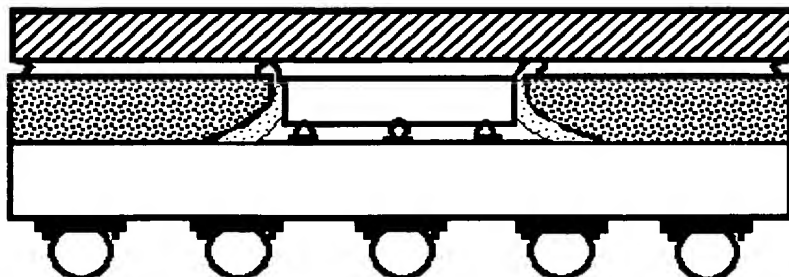
(c)



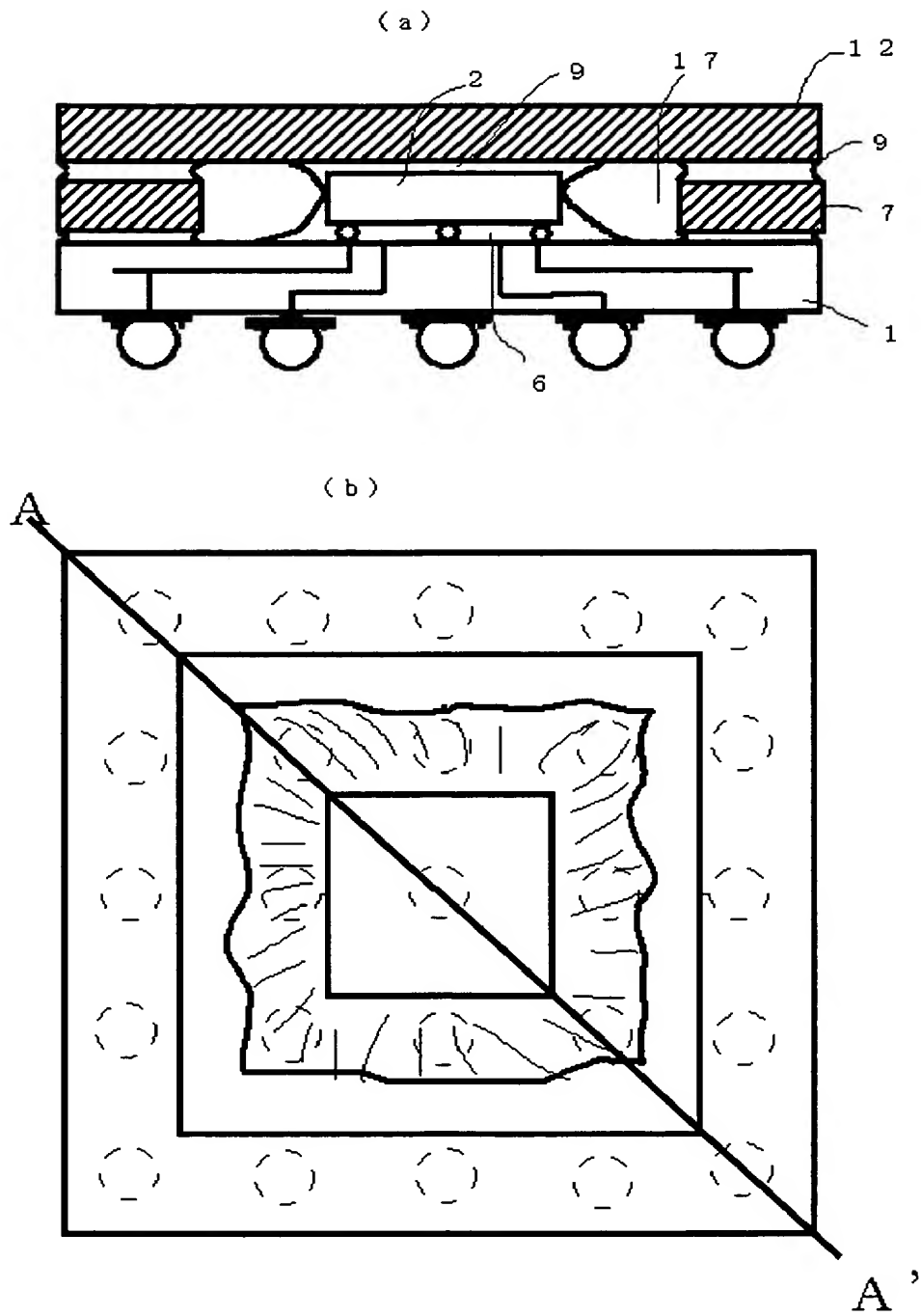
(d)



(e)

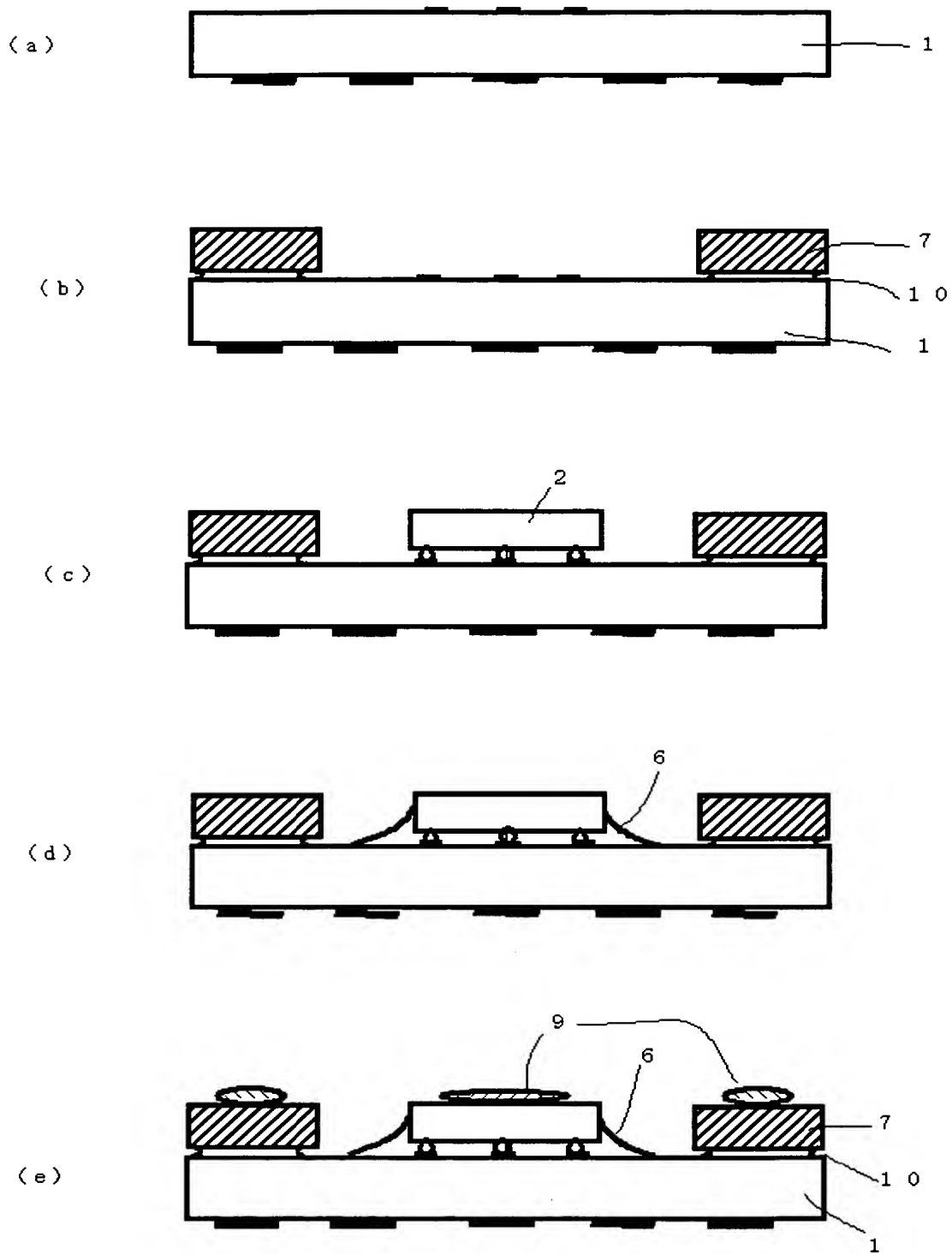


【図 14】

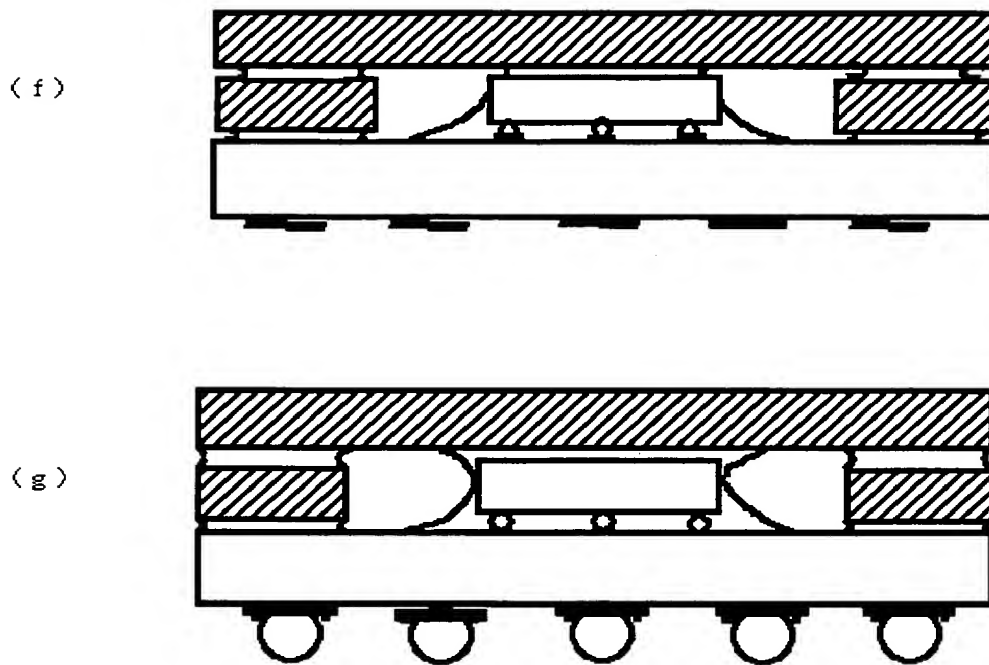




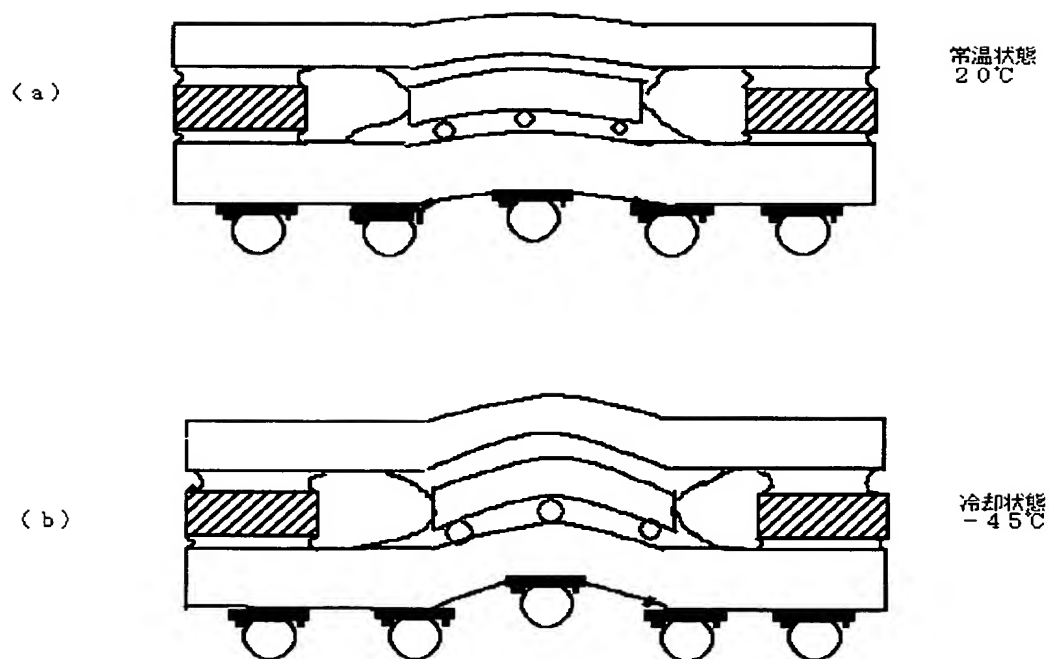
【図 15】



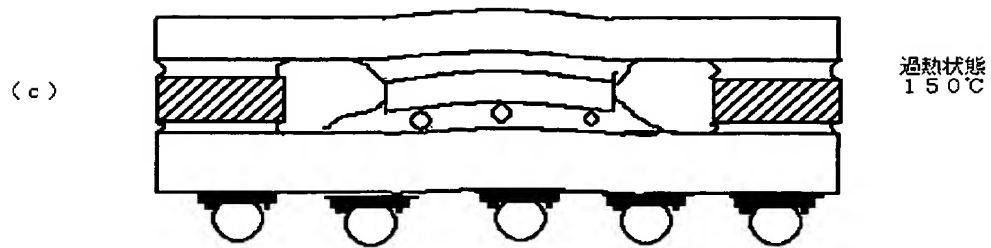
【図 16】



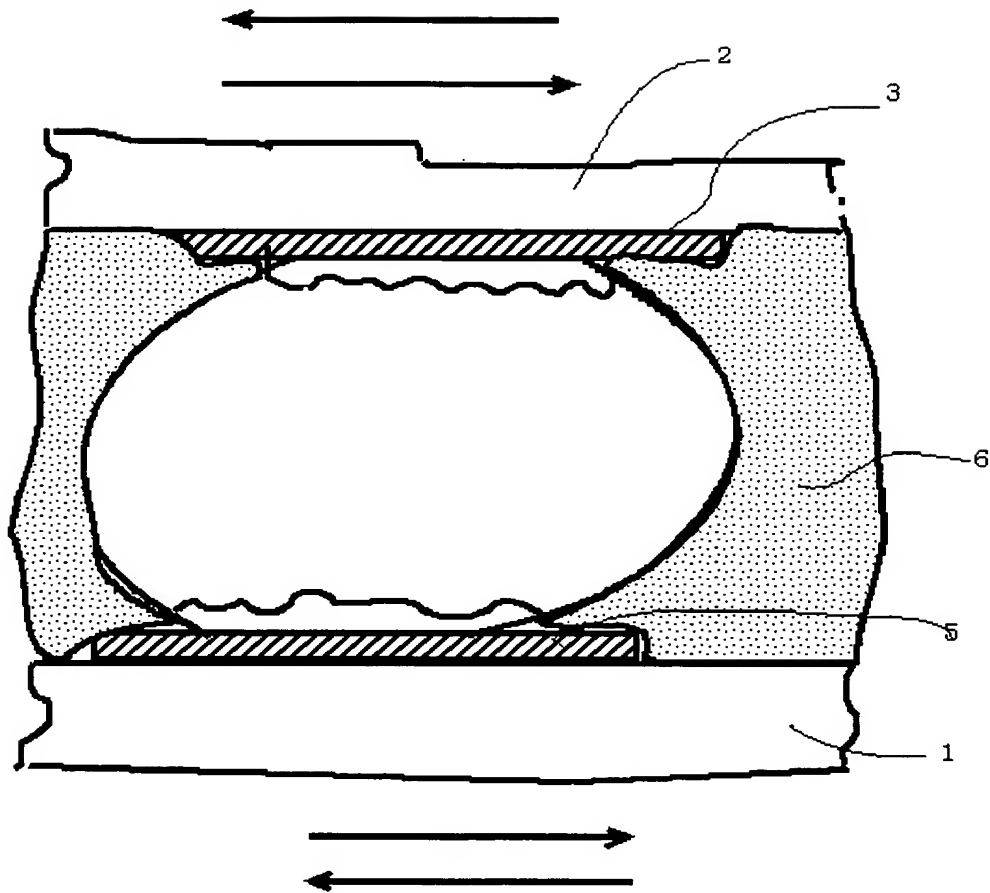
【図 17】



【図 18】

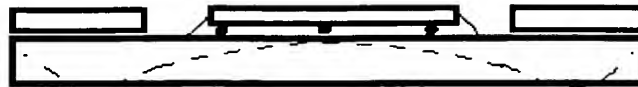


【図 19】



【図 20】

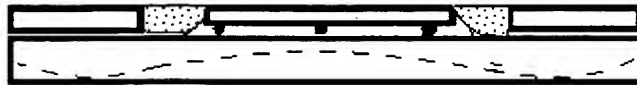
〈a〉従来



〈b〉第1実施例



〈c〉第2実施例



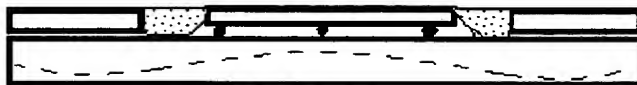
〈d〉第3実施例



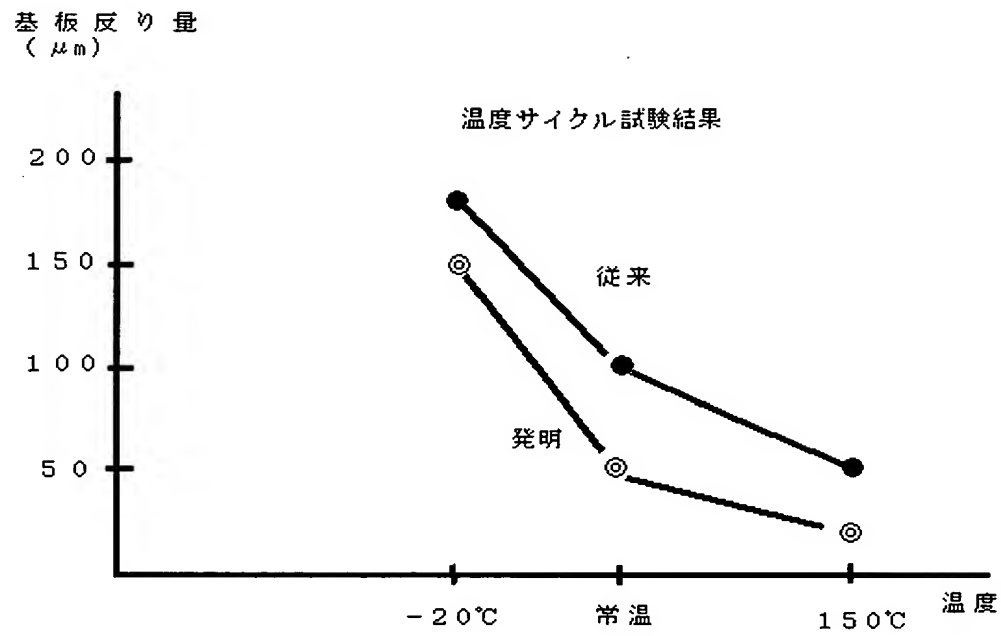
〈e〉第4実施例



〈f〉第5実施例



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配線基板に半導体素子をフリップチップ接続してその間にアンダーフィル樹脂を充填・硬化した際に配線基板が反り、半田バンプのクラックやランドの剥離を防止する半導体装置を提供する。

【解決手段】 配線基板に半導体素子をフリップチップ接続し、その隙間にアンダーフィル樹脂を充填・硬化し、半導体素子を囲む補強枠（スティフィナ）と半導体素子を保護するリッドで囲まれた空間にアンダーフィル樹脂よりも熱膨張率の低い樹脂を充填。硬化させたものである。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 2 6 4 8 5
受付番号	5 0 3 0 0 1 7 0 9 7 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 2 月 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 2月 3日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 2 6 4 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 0 2 0 6 2 9 3 1 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地

氏 名

N E C エレクトロニクス株式会社